

Fontenay-aux-Roses, le 19 décembre 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de Sûreté nucléaire

Avis IRSN/2018-00329

Objet : Demande d'expertise du nouvel anneau de stockage de l'ESRF de Grenoble

Réf. Lettre ASN CODEP-LYO-2018-045847 du 1er octobre 2018

Par lettre citée en référence, vous avez demandé l'avis de l'IRSN sur le dossier de l'ESRF (Installation Européenne de Rayonnement Synchrotron) de Grenoble pour modifier l'anneau de stockage du synchrotron afin de produire des faisceaux de rayons X beaucoup plus brillants pour les lignes de lumière. Votre demande porte particulièrement sur :

- la modélisation du nouvel anneau réalisé par l'exploitant pour dimensionner les protections radiologiques autour de l'anneau ;
- la description des systèmes de sécurité permettant l'accès à différentes zones des accélérateurs et des lignes de lumière.

Adresse Courrier
BP 17
92262 Fontenay-aux-Roses
Cedex France

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre 8 440 546 018

L'installation comprend :

- trois accélérateurs : l'accélérateur linéaire d'électrons, le booster synchrotron qui récupère les électrons de l'accélérateur linéaire, et l'anneau de stockage dans lequel les électrons sont maintenus à grande vitesse ;
- des lignes de lumière, dans lesquelles les électrons sont déviés à des fins expérimentales. Une ligne de lumière est composée de plusieurs cabines : une cabine optique, une cabine expérimentale et une cabine de contrôle.

De l'analyse réalisée par l'IRSN, je retiens les éléments suivants.

Modélisation pour le dimensionnement des protections radiologiques

L'exploitant a utilisé FLUKA pour modéliser une partie de son installation (tronçon englobant deux cellules standards de l'ESRF). Compte-tenu de l'énergie des rayonnements mis en jeu (électrons d'énergie maximale de 6 GeV), **j'estime que l'utilisation de FLUKA est adaptée pour la simulation des interactions rayonnements matière à cette énergie.**

Je considère que la modélisation du tronçon reposant sur une description détaillée (connaissance des compositions, prise en compte des composants environnants ...) ainsi que les options de calcul retenues par l'exploitant sont pertinentes pour la prise en compte de l'ensemble des interactions rayonnements-matière.

À partir de cette modélisation, en considérant le mode de fonctionnement le plus pénalisant, l'exploitant a considéré différents scénarios dont j'estime qu'ils sont de nature à couvrir toutes les situations. Ceci est satisfaisant.

Par ailleurs, afin de s'affranchir de la prise en compte de certaines incertitudes ou approximations, l'exploitant a retenu pour ses calculs un facteur de sécurité de 2, se traduisant par une diminution de son objectif initial de dimensionnement des protections limitant les doses reçues pour le personnel à 1 μSv sur 4 h, ou 0,25 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ en toute zone accessible par le personnel en fonctionnement (au lieu respectivement de 2 μSv sur 4 h ou 0,5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$). **Ceci est satisfaisant.**

L'exploitant a également réalisé une comparaison entre les résultats d'une modélisation FLUKA et des résultats de mesure pour un cas de figure. La surestimation des résultats par FLUKA permet à l'exploitant de conclure sur la validité de sa modélisation et sur le caractère majorant de celle-ci. **Ceci est satisfaisant.**

Concernant le dimensionnement des protections radiologiques autour de l'anneau de stockage, je considère que la méthode de l'exploitant consistant à modéliser une large section de l'anneau ainsi que les équipements attenants de manière réaliste avec le code FLUKA et à étudier les différents scénarios susceptibles d'engendrer une exposition du personnel est satisfaisante.

Systemes de sécurité

L'installation est équipée d'un système de sécurité du personnel (PSS) afin de gérer les accès aux accélérateurs et aux lignes de lumière et de garantir que personne ne peut se trouver à l'intérieur des zones dont l'accès est interdit lorsque le faisceau est en fonctionnement.

Compte tenu de sa taille et de sa complexité, l'installation est divisée en différents secteurs dont l'interdiction d'accès est gérée indépendamment les uns des autres.

Ainsi, chaque secteur est équipée de :

- contacts de porte redondés sur tous les accès ;
- contacts de position redondés sur tous les obturateurs et absorbeurs permettant d'arrêter le faisceau à l'entrée des lignes de lumière ;
- plusieurs boutons de rondes ;
- plusieurs arrêts d'urgence ;
- des signalisations visuelles et sonores.

Le système de sécurité est un système câblé avec des relais mécaniques à « sécurité positive » (principe qui met l'installation en situation sûre en cas de défaillance). Il est également secouru sur onduleur en cas de coupure électrique et muni d'une interface présentant l'état de tous les équipements de sécurité en salle de contrôle. Cette lecture informatique est utilisée par l'exploitant pour détecter une incohérence entre deux équipements redondants. Une incohérence entraîne automatiquement un message d'alerte sans que celui-ci ne bloque la mise en fonctionnement des accélérateurs ou des lignes de lumière. **Ceci n'est pas satisfaisant. J'estime que l'exploitant devra mettre en place un dispositif empêchant toute mise en fonctionnement des accélérateurs ou des lignes de lumière dès qu'une défaillance d'un élément du système de sécurité est détectée par une discordance.**

Concernant les accès aux différents secteurs, je constate qu'ils ne sont pas équipés de clé prisonnière. Toutefois, toutes les portes d'accès sont équipées de deux capteurs de position de porte redondants fournissant deux informations au poste de commande. De plus, dans la mesure où, à terme, une discordance d'une de ces deux informations rendra impossible la mise en fonctionnement du faisceau (voir demande ci-dessus), **j'estime que ces dispositions permettent d'atteindre le même objectif qu'une clé prisonnière, à savoir ne pas pouvoir mettre en fonctionnement le faisceau lorsqu'un accès n'est pas fermé. Ceci est acceptable.**

Chaque secteur est muni d'un circuit de ronde. A la fin de la ronde, le secteur est verrouillé. Toute action sur une sécurité pendant ou après la ronde empêche alors la mise en fonctionnement des accélérateurs ou des lignes de lumière.

Concernant l'accélérateur linéaire, le booster et l'anneau de stockage, il n'y a pas d'alarme sonore au début d'une ronde.

Pour l'anneau de stockage, les rondes de certains secteurs durent plusieurs dizaines de minutes. Il n'y a pas de signalisation sonore et lumineuse pendant les rondes. Les signaux sonores et lumineux démarrent une fois la ronde terminée et durent trois minutes. Contrairement aux autres secteurs de l'installation, les rondes complètes au niveau des secteurs de l'anneau de stockage ne sont faites que cinq fois par an au moment du redémarrage après les arrêts planifiés. **J'estime que, pour les secteurs de l'anneau de stockage, l'alarme sonore de trois minutes à la fin de la ronde est suffisante pour permettre à une personne d'appuyer sur un arrêt d'urgence si elle se trouve dans le secteur.**

Pour l'accélérateur linéaire et le booster, dès que les secteurs concernés sont verrouillés, l'opérateur passe l'ordre de démarrer l'accélérateur au PSS (via l'interface graphique en salle de contrôle). Ceci envoie automatiquement un message par haut-parleur dans tous les secteurs concernés, informant les personnes que les accélérateurs vont démarrer et qu'elles doivent immédiatement appuyer sur un arrêt d'urgence si elles se trouvent à l'intérieur de l'un des secteurs concernés. **J'estime qu'une alarme sonore et visuelle doit être mise en place au début des rondes et pendant toute leur durée pour l'accélérateur linéaire et le booster pour permettre aux personnes présentes dans les secteurs concernés de sortir avant de verrouiller un secteur.**

Concernant les secteurs des accélérateurs et des lignes de lumière, des boutons d'arrêt d'urgence sont installés dans tous les secteurs. En plus de leur fonction liée au système de sécurité en coupant la haute tension des accélérateurs, actionner un arrêt d'urgence entraîne l'interruption automatique de la ronde ou empêche celle-ci de se faire. L'activation d'un arrêt d'urgence nécessite une action du personnel de radioprotection pour désamorcer l'arrêt d'urgence et pour redémarrer l'appareil. **Ceci est satisfaisant.**

Enfin, les signalisations permettent d'indiquer clairement les différents états des accès. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

Par ailleurs, concernant les contrôles périodiques, l'exploitant réalise des contrôles internes deux fois par an de tous les éléments de sécurité et de la chaîne complète. Par contre, aucun contrôle externe n'est réalisé. L'exploitant a justifié cela par la complexité et la spécificité des systèmes de sécurité de l'installation et par l'absence de normes pour son installation. **J'estime que l'exploitant devra prendre les dispositions nécessaires pour réaliser des contrôles externes des systèmes de sécurité de l'installation.**

Concernant les systèmes de sécurité, je considère que les dispositions prévues sont globalement satisfaisantes sous réserve de la prise en compte des demandes du présent avis.

Pour le directeur général, par délégation

Philippe Dubiau
Chef du Service d'études et d'expertise en Radioprotection